Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 2, Summer 2022, p. 239-258

Weed Seed Bank and Seedling Dynamics in Response to Crop Rotation in Conventional Agroecosystems

N. Valaie[1*], M.H. Rashed Mohassel[2], M. Bannayan[3]

Received: 11-11-2019 Revised: 05-01-2020 Accepted:10-02-2020 Available Online:21-09-2022	**How to cite this article:** Valaie, N., Rashed Mohassel, M.H. & Bannayan, M. (2022). Weed Seed Bank and Seedling Dynamics in Response to Crop Rotation in Conventional Agroecosystems. *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(2): 239-258. (In Persian with English abstract) **DOI:** 10.22067/JPP.2021.31941.0

Introduction

Cropping history can affect our knowledge about the compositions and diversity of weed communities in the soil. Weed Species composition and density are influenced by farming practices and vary from field to field and among areas within fields. Plants that escape control and produce seeds within the field can be considered as a major source of seed entering the soil. Crop rotation is an effective weed management tool which can change weed distribution pattern by increasing selection pressures. Two types of rotation including corn-winter wheat and fallow-winter wheat are the most common cropping systems in arid and semi-arid areas of Iran. The multiple tillage operations can affect the vertical distribution, germination and emergence of weed seeds in the soil. Weed seed bank density, species composition and diversity will change when crop management practices are altered.

Materials and Methods

A field experiment was conducted to evaluate the effects of corn-wheat and fallow-wheat crop rotations on weed seed bank dynamics and seedling population during 2016-2018 growing season at Shiraz University. The fields divided into 10 by 10 meter grids. Soil samples were taken from 0-15 and 15-30 cm depths by soil sampler (auger) with 10 cm diameter. These samples collected after seedbed preparation and before crop sowing from 144 points. The samples of each depth were mixed together, placed in black plastic bags, and transferred to the laboratory. Then, 250g of the total soil was weighed and separated. These samples was placed in silk bags and washed with low water pressure. Finally, weed seeds dried, identified and counted to the level of species using a binocular stereomicroscope. Those seeds that were resistant to forceps pressure assumed as healthy seeds. Weed seedling population were calculated using a quadrat before and after application of herbicide at the same points were seed bank was carried out. Geostatistics technique was used to investigate density and spatial distribution of weed seedlings in two different crop rotations.

Result

The highest frequency of weed seed bank belongs to *Portalaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* and *Lamium amplexicaule*. Relative density of *P. oleracea* and *A. retroflexus* seeds increased in corn-wheat rotation compared with fallow-wheat. The results showed that weed seed frequency was significantly affected by crop rotation and depth of plowing. As corn-wheat rotation had 33% increasing and fallow-wheat 19.44% decreasing of weed seed in 15-30 cm soil depth. The size of the total weed seed bank in corn-wheat caused a greater seed accumulation in the surface layer of the soil (0-15 cm). Weed seed density in corn-wheat rotation increased 89.79% and 62.85% in 0-15 and 15-30 cm, respectively during two years. Shannon diversity index increased by 12% in corn-wheat and decreased by 5.4% in fallow-wheat compared with the first year. Margalf index of corn-wheat rotation at 0-15 and 15-30 cm of soil depths decreased 33.70% and 38.25%, respectively, compared to the fallow-wheat rotation in the first year. Sorenson similarity index of corn-wheat and fallow-wheat at 0-15 and 15-30 soil depths was 0.82% and 0.80% during two years. The slope of

1, 2 and 3- Ph.D. Graduated in Weed Science and Professors of Faculty of Agriculture, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: n.valaie@yahoo.com)

linear regression also indicates that fallow-wheat weed seed bank (0.79) decreased more than corn-wheat rotation (0.47). Spatial distribution of weed seedlings showed that there is a large similarity in distribution patterns of total weed population between before and after herbicide application in two different rotations during the second year. However, distribution pattern of seedlings in corn-wheat rotation at the first year herbicide application was different after application of herbicide. Therefore, herbicide application can affect spatial distribution and number of weed seedling species.

Conclusion

Corn-wheat rotation as a high input level cropping system with deep tillage increases the size of the weed seed bank, especially in the soil surface layer (0-15 cm). While fallow-wheat rotation as a low input level cropping system causes a decreasing in weed seed bank dynamics, increasing in the diversity and richness of the seed bank and improving the soil structure by wheat residual on the soil during fallow system. The results of this study will be valuable in aiding the prediction of likely weed infestations in rotation systems. This ability to predict the size of weed seed bank, pouplation, diversity and emergence would also provide valuable input to population dynamics models that can be used in weed management.

Keywords: Fallow, Rotation, Spatial distribution, Weed seed bank

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۵۸-۲۳۹

پویایی بانک بذر و گیاهچه علف‌های هرز در پاسخ به نوع تناوب در اکوسیستم‌های زراعی

نیوشا ولایی[1*]- محمدحسن راشدمحصل[2]- محمد بنایان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات تناوب‌های زراعی ذرت-گندم و آیش-گندم بر پویایی بانک بذر و جمعیت علف‌های هرز پژوهشی طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۵ در مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، انجام شد. جهت مطالعه بانک بذر از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری گردید. برای بررسی توزیع مکانی، تراکم گونه‌های علف‌های هرز و پویایی لکه‌ها، نمونه‌برداری پس از سبز شدن محصول در دو مرحله قبل و بعد از کاربرد علف‌کش‌ها از روش ژئواستاتیستیک استفاده شد. تراکم بانک بذر علف‌های هرز در سال دوم تناوب ذرت-گندم نسبت به سال اول دارای روندی افزایشی بود و حداقل تراکم در سال دوم تناوب آیش-گندم مشاهده شد. تراکم بانک بذر ذرت-گندم برخلاف روند کاهشی تناوب آیش-گندم طی دو سال پیاپی در عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر به ترتیب ۸۹/۷۹ و ۶۲/۸۵ درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد از تنوع گونه‌ای تناوب‌های ذرت-گندم و آیش-گندم نسبت به سال اول کاسته شد. تاثیر تناوب ذرت-گندم در سال اول بر غنای گونه‌ای در عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر خاک به ترتیب ۳۳/۷۰ و ۳۸/۲۵ درصد بود که نسبت به تناوب آیش-گندم کاهش چشمگیری داشت. مقایسه میانگین برهمکنش فراوانی بانک بذر علف‌های هرز نشان داد فراوانی بذور به طور معنی‌داری تحت تاثیر تناوب زراعی و عمق شخم می‌باشد. کاهش شیب خط رگرسیون نیز بیانگر کاهش خروج بذور علف‌های هرز از بانک بذر در طول زمان در تناوب ذرت-گندم بود. بررسی پراکنش گیاهچه‌ها در تناوب ذرت-گندم نشان داد شباهت زیادی بین الگوهای توزیع جمعیت کل علف‌های هرز در بین دو مرحله قبل و بعد از کاربرد علف‌کش وجود دارد، به طوری که علف‌های هرز رشد یافته در روی ردیف پس از هر بار تهیه بستر به صورت لکه‌های متمرکز پخش و گسترش می‌یابند.

واژه‌های کلیدی: آیش، بانک بذر، تناوب، توزیع مکانی

مقدمه

تنوع زیستی علف‌های هرز به معنای حضور آن‌ها قبل، در طول فصل رشد و پس از آن می‌باشد. در سیستم‌های مختلف کشاورزی، تلاش مداوم برای کنترل تنوع گونه‌ای علف‌های‌هرز با استفاده از تکنیک‌های مرسوم و یا استفاده از علف‌کش‌ها اثر خاصی بر جامعه علف‌های هرز دارد (Santín-Montanyá *et al.*, 2016). مطالعات نشان داده است که وضعیت مواد مغذی خاک، سیستم های خاکورزی، تناوب محصول و ساختار آن بر میزان حضور علف‌های هرز تاثیر بسزایی دارد (Skuodiene *et al.*, 2013). امروزه برنامه‌های کنترل شیمیایی علف های هرز به طور عمده منجر به پیشرفت سریع علف‌های هرز مقاوم به علف کش و نگرانی‌های جدی محیط زیست شده است. بنابراین، روش‌های شناخت زیست شناسی علف‌های هرز و مدیریت تلفیقی آن‌ها توسط محققان به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Hosseini *et al.*, 2014). یکی از عواقب این روش‌های مداوم، جانشینی ثانویه اکولوژیکی علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد یا تشکیل بانک‌های بذر پایدار و پویا در خاک است (Santín-Montanyá *et al.*, 2016). بانک بذر خاک شامل تمام دانه‌های زنده، غده‌ها، پیازها، ریزوم‌ها و اجزاء تکثیر رویشی موجود در خاک می‌باشد و همچنین ممکن است از ریزش بذرهای اخیر در سطح خاک یا بذرهای مدفون شده در زیر خاک پدیدار شود (Hosseini *et*

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش آموخته علوم علف‌های هرز و اساتید دانشکده کشاورزی، گروه اگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: n.valaie@yahoo.com)
DOI: 10.22067/JPP.2021.31941.0

.(Hossain and Begum, 2016 ;al., 2014

شناخت کافی بانک بذر می‌تواند وضعیت جمعیت علف‌های هرز در زمان حال و گذشته را نشان دهد و به عنوان شاخصی متأثیر از مدیریت خاک و محصولات کشاورزی می‌باشد (Buhler et al., 2001). تعیین بانک بذر علف‌های‌هرز خاک راه عملی و نقطه شروع مطالعه چرخه زندگی بسیاری از علف‌های‌هرز است (Jamali and Ahmadvand, 2015). سهم نهایی بانک بذر خاک معادل با بذرهای تولیدی گیاه مادری است که مجال تولید بذر در مزرعه را پیدا می‌کنند (Soltani et al., 2015). پیشگویی جمعیت علف‌های هرز با استفاده از مطالعه تراکم و ترکیب گونه‌ای بانک بذر در ابتدا و انتهای فصل، دست‌یابی به تخمین تقریبی موقعیت و فراوانی علف‌های هرز در طول فصل زراعی و دامنه زمانی جوانه‌زنی علف‌های هرز را به خوبی امکان پذیر می‌سازد (Siahmarguee et al., 2011 ; Roham et al., 2013). محققین بیان کردند که تراکم علف‌های هرز در یک مزرعه را می‌توان از طریق مشاهده علف‌های هرز سال قبل و همچنین بررسی بانک بذر پیش از کاشت محصول تعیین کرد. از اینرو، دانستن پویایی و کنترل مکانی علف‌های هرز هزینه نهاده‌ها را نیز کاهش می‌دهد (Roham et al., 2013).

بررسی روابط مکانی بین بانک بذر و جمعیت گیاهچه‌ای سلمه تره و علف های چمنی یکساله در دو سیستم مدیریتی بدون شخم و شخم با گاوآهن برگردان‌دار نشان داد تراکم بذور سلمه تره در بانک بذر خاک در شرایط شخم با گاو آهن برگردان‌دار نسبت به سیستم بدون شخم بیشتر بود. این در حالی است که تراکم علف‌های چمنی یک ساله در سیستم بدون شخم افزایش معنی‌داری نسبت به شخم با گاوآهن برگردان‌دار نشان داد (Cardina et al., 1995). مطالعه‌ای به منظور ایجاد راهکارهایی در کاهش مشکل علف‌های هرز در مزرعه بیان کرد عدم استفاده از تناوب زراعی سبب کاهش تنوع زیستی علف‌های هرز در مزرعه و در نتیجه کاهش انتخاب علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز می‌شود. بعلاوه، خطر مقاومت به علف‌کش‌ها نیز در تناوب‌های تک کشتی نسبت به سیستم‌های تناوبی چندکشتی افزایش می‌یابد (Neve et al., 2011). محققین گزارش کردند کاشت گندم یا سویا در تناوب با ذرت می‌توانند جمعیت دم روباهی کشیده (*Alopecurus myosuroides*) را به طور معنی‌داری نسبت به کشت متداول ذرت کاهش دهد که بیشترین کاهش نیز در تناوب سویا-گندم-ذرت بود (Moss and Clarke, 1994). نتایج بررسی سه نوع تناوب گندم بهاره-آیش شیمیایی، گندم بهاره و جو بهاره و تک کشتی گندم در مقایسه با تناوب گندم پاییزه-آیش مالچ در سیستم رایج بدون شخم در مناطق نیمه خشک شمال غرب آمریکا نشان داد که بیشتر گونه‌های علف‌هرز در عمق ۰ تا ۸ سانتی‌متر خاک حضور دارند و بروموس (*Bromus tectorum* L.) اصلی‌ترین علف هرز در تناوب گندم پاییزه-آیش مالچ و سلمه‌تره (*Chenopodium leptophyllum*) بیشترین گونه غالب در عمق ۸ تا ۱۵ سانتی‌متری خاک بود (Anderson et al., 2007). ارزیابی تغییر بانک بذر در سیستم های کشت گندم نشان داد که تراکم بذر در سیستم‌های بدون شخم غلات بهاره، در سطح خاک افزایش نمی‌یابد. بعلاوه، تناوب‌های گیاهان بهاره در سیستم‌های زراعی بدون شخم برای کنترل علف‌های هرز یکساله و پهن برگ‌های چندساله در سیستم های کشت پاییزه می‌توانند بسیار موثر واقع شوند (Mirzaei et al., 2007).

در ارزیابی تناوب زراعی مناسب به‌منظور کنترل مؤثر علف‌های هرز کشت سیب زمینی، تناوب جو-سیب زمینی به‌طور معنی‌داری جمعیت علف های هرز را کاهش داد. این در حالی است که تناوب کلزا-سیب زمینی نیز موفقیت زیادی در کنترل علف های هرز در طول فصل رشد و افزایش عملکرد سیب زمینی داشت (Skuodiene et al., 2013). اندرسون و همکاران (Anderson et al., 2007) گزارش کردند تغییر تناوب می‌تواند در مدیریت هر چه بهتر علف هرز پیر گیاه (*Conyza Canadensis*) که گونه غالب در تناوب گندم پاییزه-گلرنگ-ارزن است با حذف گلرنگ و جایگزینی ذرت در یک توالی ۶ ساله این علف هرز را تا حد زیادی کنترل نماید. همچنین، با استفاده از تناوبی دارای ۴ محصول به‌طوری که ۲ محصول فصل سرد (نخود-گندم پاییزه) به دنبال ۲ محصول فصل گرم (ذرت-سویا) کشت گردد، می‌توان تراکم علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Anderson et al., 2007). محققین نیز بیان داشتند به‌منظور کاهش اثرات منفی علف‌های هرز در عملکرد محصول در دستگاه‌های کشت بایستی گیاهان زراعی پهن برگ با باریک برگ و گیاهان بهاره و تابستانه با زمستانه در تناوب باشند (Storkey et al., 2012). ترکیب گونه‌ای و تراکم بذر در خاک بسیار متغییر است و تا حد بسیار زیادی به پیشینه زراعی زمین وابسته می‌باشد. به‌طور کلی بانک بذر پویا از تعداد کمی گونه غالب تشکیل شده است که ۷۰ تا ۹۰ درصد از کل بانک بذر را تشکیل می‌دهد (Swanton et al., 2000). همچنین، بررسی تناوب تک کشتی ذرت نشان داد که یک گونه علف هرز حدود ۷۱ درصد از کل علف‌های هرز را شامل می‌شود. درحالی که اجرای تناوب یا آیش درجه تنوع جوامع علف هرز را افزایش می‌دهد (Singer and Cox, 1998; Liebman, 1988). امروزه کشت ممتد گیاهان زراعی، استفاده از مواد شیمیایی مختلف، حداکثر استفاده از منابع در واحد سطح و چشم پوشی از کاربرد آیش و تناوب-های زراعی سبب تغییراتی در بانک بذر علف‌های هرز در نتیجه عملیات متفاوت خاک‌ورزی شده و سیستم‌های زراعی را از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی با مشکل رو به رو ساخته است. این در حالی است که افزایش چشمگیری نیز در تولید محصولات زراعی ایجاد نشده است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر تناوب‌های زراعی آیش-گندم و ذرت-گندم با سیستم‌های کشت متوالی بر رفتار بانک بذر و همبستگی آن با گیاهچه علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی، ارتفاع ۱۹۲۰ متری از سطح دریا) انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۳۷۷ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق منطقه به ترتیب ۴۲ و ۸ درجه سانتی‌گراد بود. در این پژوهش از مزارعی (۶ هکتار) با سابقه کشت ۵ سال متوالی تناوب‌های ذرت-گندم و آیش-گندم نمونه برداری گردید. از آنجا که در این پژوهش عمق شخم جهت آماده سازی زمین از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند، لذا این عمق به‌عنوان حداکثر عمق نمونه برداری از بانک بذر متأثر از عملیات خاک‌ورزی انتخاب شد. به‌منظور ارزیابی بانک بذر علف‌های هرز پس از آماده سازی زمین و تهیه بستر و قبل از کاشت محصول، مزارع به شبکه‌های ۱۰ × ۱۰ متر تقسیم‌بندی گردید. در مرکز تلاقی شبکه‌ها پنج نمونه مرکب خاک با استفاده از آگر با قطر ۱۰ سانتی‌متر و از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک برداشت شد. پس از نرم کردن کلوخه‌ها از هر نمونه خاک مقدار ۲۵۰ گرم توزین و درون کیسه‌هایی از جنس حریر ریخته و با فشار ملایم آب شسته شد (Buhler *et al*., 2001). سپس، بذور باقی مانده با استفاده از استریو میکروسکوپ شمارش و شناسایی شدند. به‌منظور اطمینان در شناخت بذور علف‌های هرز و بررسی جوانه‌زنی آن‌ها در شرایط کنترل شده نمونه‌هایی از خاک مزرعه به‌طور جداگانه درون سینی‌های کشت با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر در گلخانه کشت داده شدند. سپس، با فواصل هر دو هفته یک‌بار، گیاهچه‌های ظاهر شده شناسایی و شمارش شدند تا غنای گونه‌ای هر نمونه گیاهی بررسی شود (Forcella, 1992). به‌منظور بررسی توزیع مکانی و تغییر تراکم بوته‌های علف‌های هرز و همچنین پویایی لکه‌ها در مزرعه پس از سبز شدن در دو مرحله قبل و بعد از کاربرد علف‌کش‌ها از روش ژئواستاتیستیک استفاده شد. برای تخمین و برآورد متغیر مکانی و درون‌یابی از روش کریجینگ (Kriging) و محاسبات مربوط به واریوگرام‌ها توسط نرم افزار +GS صورت گرفت. بدین منظور از کوادرات هایی به ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ متر منطبق بر نقاط نمونه‌برداری از بانک بذر خاک استفاده گردید. تعداد گیاهچه‌ها قبل و بعد از کاربرد علف‌کش‌ها به دقت شمارش و براساس جنس و گونه تفکیک شدند. در نهایت نقشه الگوی پراکنش جمعیت گیاهچه‌های علف هرز در مزرعه رسم گردید. در هر مرحله نمونه‌برداری ۱۰۰ نمونه (در مجموع ۶۰۰ نمونه در هر سال) تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. مدیریت زراعی در هر یک از تناوب‌های آیش-گندم و ذرت-گندم در جدول ۱ بیان شده است.

بررسی نرمالیتی داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام شد (Chakravarti, 1967). مواردی که توزیع نرمال نبود از تبدیل $\sqrt{x+0/5}$ استفاده گردید. در این پژوهش شاخص‌های محاسبه شده شامل شانون-وینر، سورنسون و مارگالف بود (Magurran, 1988). به منظور بررسی تنوع گونه‌ای بانک بذر علف‌های هرز بین تیمارهای مختلف تناوب زراعی از شاخص شانون-وینر طبق معادله ۱ استفاده شد:

$$H = -\sum(ni/N * \ln(ni/N)) \quad \text{معادله ۱}$$

به‌طوری که N فراوانی کل گونه‌ها و ni فراوانی گونه n ام می‌باشد (Booth, 2003).

شاخص غنای گونه‌ای مارگالوف نیز از معادله ۲ محاسبه گردید:

$$M = (S-1)/(lnN) \quad \text{معادله ۲}$$

که در آن M شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S تعداد گونه و N تعداد کل افراد گونه است (May, 1975).

میزان شباهت گونه‌ای بانک بذر با گیاهچه علف‌های هرز در تناوب‌های مختلف زراعی نیز براساس شاخص تشابه سورنسون تعیین شد.

$$S = 2W/(C+J) \quad \text{معادله ۳}$$

که در آن، S شاخص تشابه، W تعداد گونه‌های مشترک در دو شرایط، C و J به ترتیب تعداد گونه‌های موجود در هر یک از دو شرایط می‌باشند. مقدار S بین صفر تا یک متغیر بوده و اگر S=1 باشد تشابه کامل را نشان می‌دهد (Magurran, 1988).

تراکم نسبی بانک بذر علف‌های هرز در خاک نیز براساس معادله ۴ انجام شد (Sarkar, 2015).

$$Relative\ Density = (Density\ of\ the\ species)/(Density\ of\ all\ the\ species) \quad \text{معادله ۴}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار R، Statistica v10 و Excel انجام شد. روند تغییر بانک بذر در سال دوم نسبت به سال اول در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تعیین و تیمارها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

در بررسی بانک بذر علف‌های هرز موجود در دو تناوب زراعی ذرت-گندم و آیش-گندم، از میان ۱۵ گونه، ۱۳ گونه یک‌ساله، یک گونه چندساله و یک‌گونه یک‌ساله/چندساله شناسایی شدند. همچنین از این تعداد ۴ گونه مسیری فتوسنتزی چهار کربنه و بقیه گونه‌ها مسیر فتوسنتزی سه کربنه داشتند.

جدول ۱- مدیریت زراعی در تناوب های آیش-گندم و ذرت-گندم

Table 1- Agronomic management for corn-wheat and fallow-wheat rotations

	ذرت Corn	گندم Wheat	آیش Fallow
روش آماده‌سازی بستر Seedbed preparation method	گاوآهن + دو بار دیسک Moldboard plow + Disk (2 times)	خاک‌ورزی مرکب (کم خاک‌ورزی) Stubble cultivator (Min till)	بقایای گندم دست نخورده باقی‌مانده Wheat residue
روش کاشت Planting method	ردیف‌کار پنوماتیک مترمک Matermacc Penomatic row-planter	خطی‌کار پنوماتیک یا بذرپاش سانتریفوژ Liner Penomatic or Seed Spreader	شخم‌برگردان‌دار برای هر نیم فصل Moldboard plow per each half season
رقم Variety	بولسون (علوفه‌ای) Bolson	سیروان/ پیشتاز Pishtaz/Sirvan	-
مقدار و نوع کود Fertilizer	اوره ۵۰۰ Kg/h Urea 500 Kg/h دی آمونیوم فسفات ۱۵۰ Kg/h Diammonium phosphate 150 Kg/h سولفات پتاس ۱۰۰ Kg/h Potassium sulfate 100 Kg/h	اوره ۲۰۰ Kg/h Urea 200 Kg/h دی آمونیوم فسفات ۱۵۰ Kg/h Diammonium phosphate 150 Kg/h سولفات پتاس ۵۰ Kg/h Potassium sulfate 50 Kg/h	-
آفت‌کش Pesticide	دسیس ۳۰۰ سی‌سی در هکتار Deltamethrin 300 ml/h	دسیس ۳۰۰ سی‌سی در هکتار Deltamethrin 300 ml/h	
علف‌کش* Herbicide	2,4-D (2 L ha^{-1}) کروز (Nicosulfuron) (2 L ha^{-1}) مایستر (MaisTer) (2 L ha^{-1})	2,4-D (2 L ha^{-1}) تاپیک (Clodinafop propargyl) (0.6-0.8 L ha^{-1}) گرانستار (Tribenuron-methyl) (20-30 g ha^{-1})	-
کنترل مکانیکی Mechanical control	کولتیواتور Cultivator	-	-
آبیاری Irrigation	۷-۶ نوبت (فواصل ۱۰-۹ روز) 6-7 times(irrigation intervals 9-10 days)	۵-۴ نوبت (فواصل ۱۲-۱۰ روز) 4-5 times(irrigation intervals 10-12 days)	-

*میزان مصرف علف‌کش‌ها براساس میزان توصیه شده است.

به‌علاوه، بیشترین فراوانی بذر علف‌های هرز در هر دو سال متعلق به گونه‌های خرفه (*Portulaca oleracea*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و غربیلک (*Lamium amplexicaule*) بود (جدول ۲). نتایج بررسی تراکم نسبی بذر علف‌های هرز خرفه و تاج خروس در تناوب زراعی ذرت-گندم در مقایسه با تناوب آیش-گندم روندی صعودی را نشان داد. همچنین، تراکم بانک بذر در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر نسبت به عمق ۱۵-۰ سانتیمتر به مراتب بیشتر بود (جدول ۲). براساس نتایج مطالعات انجام شده، شخم متداول سبب توزیع عمودی و انباشتگی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از بذور علف‌های هرز در عمق ۳۰-۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک می‌گردد (Momen Yasaghi *et al*., 2017). از سویی دیگر، مدیریت بقایای گیاهی و تناوب زراعی بر جمعیت و فلور علف‌های هرز مؤثر است. به‌طوری‌که کشت متوالی گیاهان زراعی با استفاده از روش‌های فشرده سبب افزایش جمعیت برخی گونه‌های علف هرز با قدرت رقابت کنندگی در گیاه بعدی می‌شود (Harker and O'donovan, 2013). لذا مدیریت علف‌های هرز مزارع بر پایه زمان، به‌طور پیوسته دارای اثرات انتقالی است (Bhutada and Bhale, 2015).

جدول ۲- تراکم نسبی بذر علف هرز (بذر در کیلوگرم خاک) در اعماق مختلف پروفیل خاک (سانتی‌متر) تحت تناوب‌های ذرت-گندم و آیش-گندم

Table 2- Relative density of weed seed in different depths of soil profile in different rotation systems corn-wheat and fallow-wheat

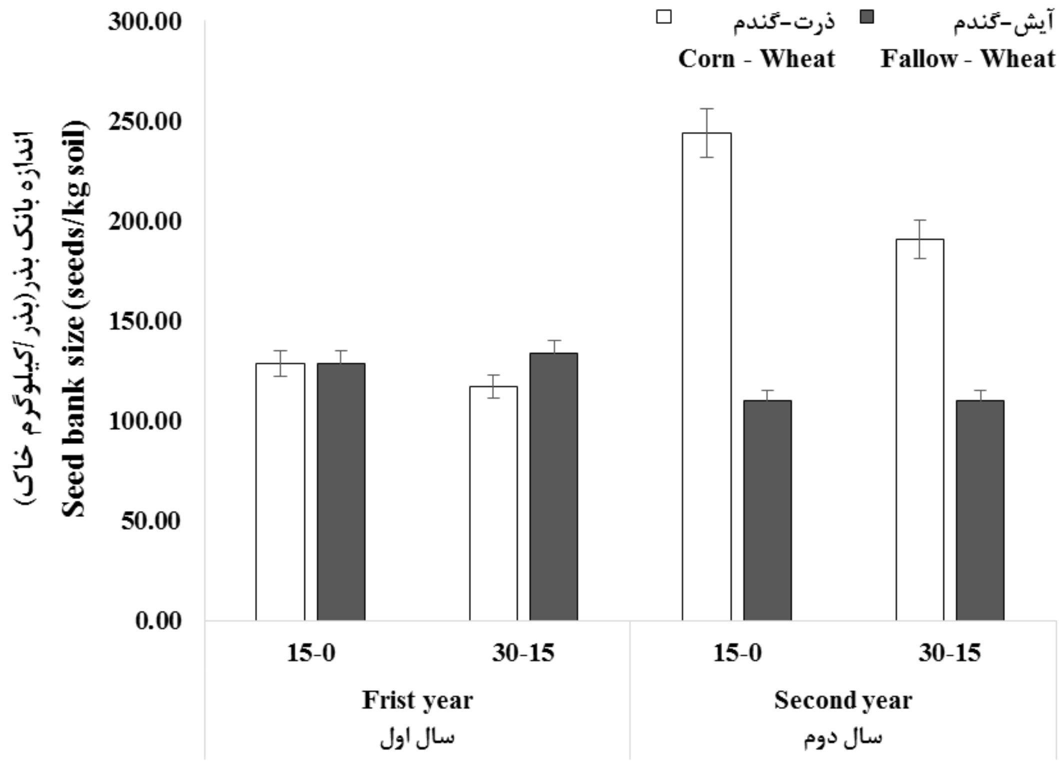
خانواده Family	گونه گیاهی Species	اسم علمی Scientific name	سال اول First year				سال دوم Second year			
			ذرت – گندم Corn-Wheat		آیش – گندم Fallow-Wheat		ذرت – گندم Corn-Wheat		آیش – گندم Fallow-Wheat	
			0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
Portulacaceae	خرفه Purslane	*Portulaca oleracea*	61	60	71	6	94	133	56	4
Amaranthaceae	تاج خروس Redroot pigweed	*Amaranthus retroflexus*	38	29	43	4	78	74	34	3
Chenopodiaceae	سلمک Lamb's quarters	*Chenopodium album*	5	3	13	0	5	16	10	0
Lamiaceae	غربیلک Common henbit	*Lamium amplexicaule*	8	4	7	4	0	0	5	3
Poaceae	پانیکوم Witchgrass	*Panicum capillare*	1	1	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	گل گندم Cornflower	*Centaurea cyanus*	2	1	0	0	0	0	0	0
Brassicaceae	کیسه کشیش Shepherd's purse	*Capsella bursa pastoris*	0	1	1	0	2	5	1	0
Poaceae	دم روباهی کشیده Green foxtail	*Setaria viridis*	0	0	0	0	2	5	0	0
Poaceae	چچم Annual ryegrass	*Lolium rigidum*	0	0	0	0	10	52	0	0
Poaceae	یولاف وحشی Wild oat	*Avena ludoviciana*	0	0	0	0	0	1	0	0
Brassicaceae	خردل وحشی Wild mustard	*Sinapis arvensis*	0	0	0	0	0	1	0	0
Solanaceae	بنگدانه White henbane	*Hyoscyamus albus*	0	10	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	پنیرک Common mallow	*Malva neglecta*	4	0	2	2	2	10	2	2
Polygonaceae	علف هفت بند Common knotgrass	*Polygonum aviculare*	4	0	8	0	0	0	0	0
Fabaceae	شیرین بیان Licorice	*Glycyrrhiza glabra*	4	6	8	0	0	6	0	8

بررسی اندازه بانک بذر علف‌های هرز نشان داد کشت متوالی ذرت–گندم می‌تواند سبب انباشتگی بانک بذر در لایه‌های سطحی خاک (۱۵–۰ سانتی‌متر) گردد (شکل ۱). به‌طوری‌که طی نمونه‌برداری در سال دوم میزان بانک بذر خاک در تناوب ذرت–گندم در هر دو عمق نسبت به تناوب آیش–گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش بانک بذر در تناوب ذرت–گندم طی دو سال پیاپی در عمق‌های ۱۵–۰ و ۳۰–۱۵ سانتی‌متر به ترتیب ۸۹/۷۹ و ۶۲/۸۵ درصد نسبت به سال اول بود (شکل ۱). این در حالی است که اندازه بانک بذر علف‌های هرز در تناوب آیش–گندم در هر دو سال آزمایش تقریباً روند یکسانی داشت (شکل ۱). اسکودینه و همکاران (Skuodiene *et al.*, 2013) بیان داشتند، تغییرات زیاد خاک و گیاه زراعی شانس مرگ و میر علف‌های هرز را به دلیل سازگاری با شرایط در سیستم‌های زراعی کشت پیاپی کاهش می‌دهند (Skuodiene *et al.*, 2013). لازم به ذکر است که استفاده از کشت پیاپی ذرت–گندم به دلیل نوع شخم، نحوه تهیه بستر، کنترل شیمیایی و همخوانی دوره رشدی علف هرز سبب پویایی بانک بذر علف‌های هرز در مقایسه با

تناوب آیش–گندم می‌گردد. به‌طوری‌که علف‌های هرز دوره رشدی خود را در زیر کانوپی سپری کرده و حتی در شرایط نامساعد می‌توانند به میزان اندک بذر تولید کنند. همچنین، تداوم کشت پیاپی ذرت–گندم با سیستم کشت ردیفی–کرتی سبب توزیع عمودی علف‌های هرز در سطوح مختلف خاک می‌شود. محققین بیان داشتند استفاده از شخم‌های حداقل سبب افزایش بذر علف‌های هرز در لایه‌های سطحی به‌ویژه ۱۵–۰ سانتی‌متر خاک می‌گردد. درحالی‌که فرصت رویش، استقرار و تولید بذر در شرایط تناوب یا نکاشت به ترتیب تنوع و فراوانی برخی از علف‌های هرز را افزایش و کاهش می‌دهد (Kharqani *et al*., 2005).

حضور آیش در تناوب به‌عنوان یک راهکار مدیریتی برای کاهش فشار انتخاب و کنترل علف‌های هرز امری اجتناب‌ناپذیر است، به‌طوری که عدم توجه به این شرایط فضا را برای گسترش مقاومت به علف‌کش‌ها فراهم می‌سازد. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که در سیستم‌های کشت پیاپی، یک یا مجموعه‌ای از علف‌های هرز خاص بسیار مشکل ساز می‌شوند. به‌عنوان مثال، در تولید گندم زمستانه و کلزا در آلبرتا، علف پشمکی پس از چندین سال به یک مشکل جدی هرز تبدیل شد (Owen *et al*., 2015). بنابراین، با مدیریت تناوب می‌توان سرعت توسعه علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش را کاهش داد. همچنین، نتایج مطالعات در آلبرتا نشان داد که جو وحشی مقاوم به علف‌کش‌ها بیشتر در مزارعی با تناوب زراعی کشت پیاپی و فاقد فصل آیش یافت می‌شود (Broster *et al*., 2019). بسیاری از تحقیقات بیانگر آن است که مدیریت زراعی می‌تواند سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ترکیب، تراکم و توزیع مکانی یا زمانی گونه‌های علف‌های هرز در مزارع شود (Altieri and Virginia *et al*., Nourbakhsh *et al*., 2019; Nicholls, 2018; 2018). روند تناوب ذرت–گندم و کشت دوم ذرت در مناطق گرمسیری استان کرمانشاه نشان داد که فراوانی علف‌های هرز قیاق و تاج خروس ارتباط نزدیکی با تناوب فوق دارند (Zareafeizabadi and Rustamzadeh, 2013). بعلاوه، حفظ بقایا در سطح خاک در طول دوره آیش با توجه به پتانسیل دگرآسیبی بقایای گندم و اثرات کاهنده‌ی آن، در کاهش جمعیت علف‌های هرز نقش مؤثری دارد (Mallek *et al*., 2007). این امر در حقیقت اهمیت حفظ بقایا در زمان آیش را در مقایسه با سامانه‌های کشت پیاپی نشان می‌دهد. از سویی دیگر اثرات ناشی از تفاوت بین گیاهان زراعی نقش مؤثری در شکل‌گیری جوامع علف‌های هرز دارد که این تفاوت‌ها درنتیجه‌ی نحوه‌ی استفاده از منابع می‌باشد (Neve *et al*., 2011). وجود تنوع گونه‌ای بالا و تراکم کم علف‌های هرز در تناوب‌های آیش–گندم در مقایسه با سایر محصولات (حبوبات) نشان می‌دهد که استفاده از آیش در تناوب‌های زراعی سبب تنوع علف‌های هرز در سامانه‌های زراعی می‌شود (Zareafeizabadi and Rustamzadeh, 2013). محققین گزارش کردند حضور بقایا در سطح خاک سبب کاهش تغییرات دمایی خاک و جلوگیری از شکسته شدن خواب بذر علف‌های هرز و جوانه‌زنی آنها می‌شود (Varon and Aguilar, 1998). همچنین، بلوم و همکاران (Blum *et al*., 1997) بیان داشتند که بقایای غلات دانه ریز در تناوب از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در بوم نظام‌های زراعی جلوگیری می‌نماید (Blum *et al*., 1997). بررسی تاثیر سطوح مختلف خاکپوش کاه و کلش گندم بر سرکوبی علف‌های هرز نیز نشان داد که استفاده از بقایای گندم بیش از مصرف علفکش‌ها سبب توقف هر چه بیشتر رشد علف‌های هرز تاج خروس می‌گردد. همچنین، خاکپوش‌های گیاهی علاوه بر جلوگیری از نفوذ نور و تعدیل دمای خاک ممکن است با ویژگی دگرآسیبی نیز جوانه‌زنی و رشد و نمو علف‌های هرز را تحت تاثیر قرار دهند (Bilalis *et al*., 2003). بعلاوه، بررسی‌ها حاکی از آن است که استفاده از کلش گندم با محدود کردن تشعشع خورشیدی رسیده بر سطح خاک مانع از جوانه‌زنی و استقرار بذور علف‌های هرز و کاهش تعداد و تراکم نسبی گونه‌های علف هرز در مزارع سیر می‌گردد (Asadi *et al*., 2014). محققین نشان دادند بقایای آمیخته با خاک گیاهان پوششی در بهار از طریق اثرات دگرآسیبی، تحریک پاتوژن‌های خاکزی (Conklin *et al*., 2002)، تغییر قابلیت دسترسی به عناصر غذایی (Gallandt *et al*., 1999)، بهبود رشد گیاه زراعی و افزایش قابلیت رقابت با علف های هرز (Boquet *et al*., 2004) می‌تواند از جوانه‌زنی علف‌های هرز جلوگیری کرده و رشد آن‌ها را کاهش دهد (Ghaffari *et al*., 2012).

تعادل اندازه بانک بذر به‌وسیله تلفات بذور موجود در خاک و تلاش تولیدمثلی علف هرز تنظیم می‌شود (Nasiri Mahallati *et al*., 2009). با افزایش اندازه بانک بذر در طی سال‌های متوالی، تلفات وابسته به تراکم بذر در خاک به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. نصیری و همکاران (Nasiri Mahallati *et al*., 2009) با ارزیابی عوامل مربوط به تلفات بذور یولاف در خاک بیان کردند که در تراکم‌های پایین بذر، تلفات مستقل از تراکم است و بوسیله عوامل طبیعی تنظیم می‌شود. در حالی که با افزایش اندازه بانک بذر این تلفات وابسته به تراکم بوده و در نتیجه نوعی پس‌خور منفی ایجاد می‌گردد (Nasiri Mahallati *et al*., 2009). حضور گندم در تناوب به دلیل تراکم کاشت بالا و رقابت شدید بر سر منابع حداقل فضا را برای رشد و تولید بذر علف‌های هرز مهیا نموده و بدین روش پویایی بانک بذر علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این درحالی است که مدیریت (حفظ) کلش گندم در زمان آیش در سیستم‌های زراعی غیر فشرده، پویایی بانک بذر علف‌های هرز را به وسیله تلفات بذور در سطح خاک به میزان بسزایی کاهش می‌دهد. از این‌رو، در زمان حضور گندم نیز به دلیل ایجاد رقابت درون‌گونه‌ای، پویایی بانک بذر علف هرز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.



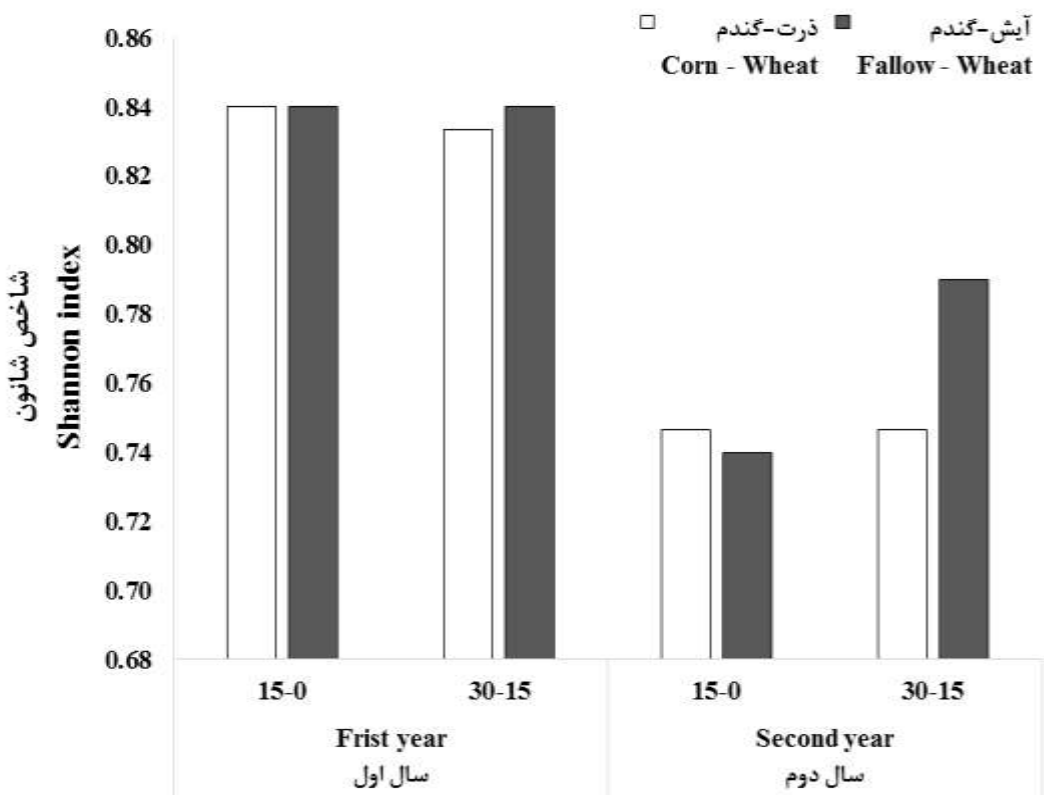
شکل ۱- اندازه بانک بذر علف‌های هرز (بذر در کیلوگرم خاک) در تناوب‌های ذرت-گندم و آیش-گندم در سال‌های زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ و ۱۳۹۶-۱۳۹۷

Figure 1- Weed seed bank size (seed/kg soil) in corn-wheat and fallow-wheat rotations in 2016-2017 and 2017-2018 growing season

نتایج مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون-وینر نشان داد، طی نمونه‌برداری دو ساله در دو تناوب ذرت-گندم و آیش-گندم با توجه به نحوی مدیریت زراعی میزان تنوع گونه‌ای در سال دوم نسبت به سال اول در هر دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر کاهش یافت. این کاهش در تناوب ذرت-گندم در هر دو عمق نسبت به سال اول ۱۲ درصد بود. در حالی که این روند در تناوب آیش-گندم در پاسخ به تغییرات اکولوژیکی سیستم‌های زراعی سبب افزایش مجدد این شاخص در سال دوم و در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر به میزان ۵/۴ درصد نسبت به عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر گردید (شکل ۲). تداوم نوع شخم، تهیه بستر، کود دهی و نحوه مبارزه با علف‌های هرز طی سالیان متمادی سبب می‌شود تا شباهت در ترکیب و بقا گونه‌های مهاجم افزایش یابد (Weysi *et al*., 2014). بدین معنا که تغییرات مشابه طی سالیان متمادی، مهم‌ترین عامل تعیین کننده تنوع علف‌های هرز می‌باشد. براساس شاخص شانون-وینر با افزایش کشت پیاپی ذرت-گندم از میزان تنوع گونه‌ای بانک بذر خاک کاسته می‌شود و بالعکس استفاده از آیش در تناوب با گندم با تشکیل یک اکوسیستم زراعی می‌تواند سبب کاهش فشار انتخاب در واحد سطح شده و از این‌رو تنوع گونه‌ای بانک بذر به‌ویژه در عمق خاک افزایش می‌یابد. برخی تحقیقات بیانگر آن است که نوع محصول در تناوب زراعی تأثیر اندکی بر تنوع علف‌های هرز داشته و تغییر در روش‌های مدیریتی خاص مانند جایگزینی آیش در مقایسه با نوع محصولات می‌تواند تنوع علف‌های هرز را تعیین کند (Alarcón *et al*., 2018). بعلاوه، واکنش گونه‌های علف‌های هرز نیز به وجود آیش در تناوب متفاوت است. در برخی مطالعات توالی آیش-گیاه زراعی سبب کاهش تعداد و تنوع علف‌های هرز به‌ویژه علف‌های هرز با دوره خواب کوتاه مدت و بعضی از گیاهان چندساله (Cavers and Benoit, 1989; Donaghy, 1980) می‌شود. این در حالی است سایر تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از آیش در تناوب می‌تواند سبب افزایش تراکم برخی از علف‌های هرز شامل *C. album* و *Thlaspi arvense* گردد (Hume, 1982). یکی از دلایل عمده در کاهش تنوع گونه‌ای میزان

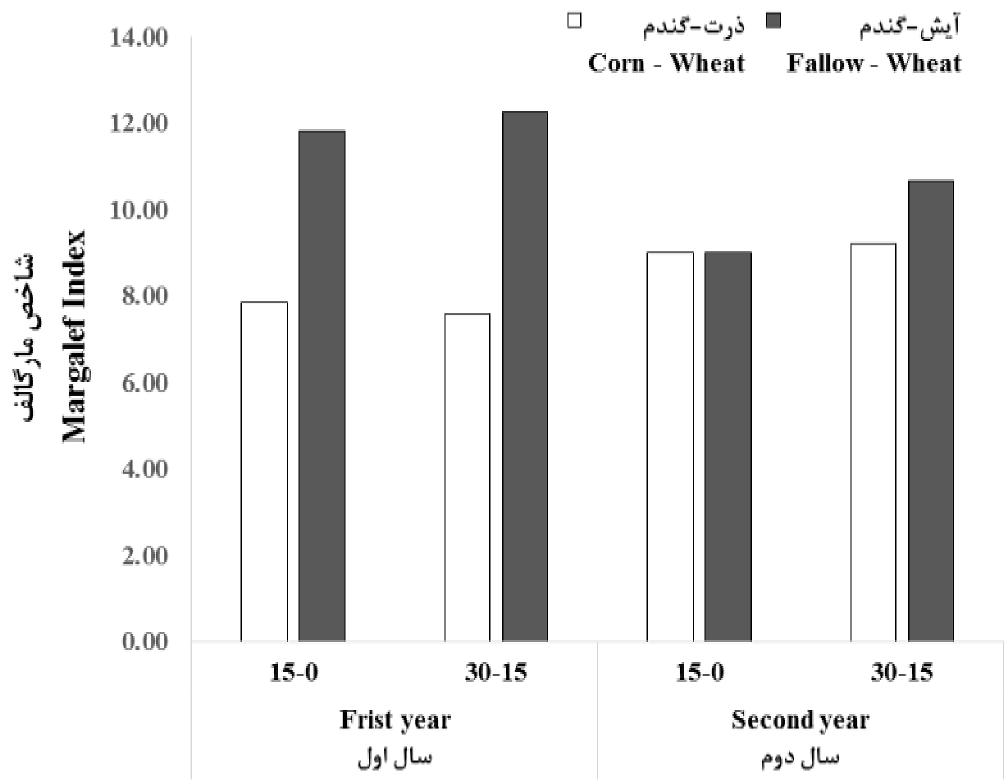
بالای فشار انتخاب و پیروی از نظام پر نهاده در تناوب ذرت–گندم است. به طور کلی شاخص تنوع شانون–وینر در تناوب‌های زراعی با کشت متوالی مکانیزم پر نهاده بطور معنی‌داری کمتر از نظام‌های زراعی تک‌کشتی کم نهاده می‌باشد (Koocheki and Nasiri, 2005). این در حالی است که استفاده بی رویه از علف‌کش‌ها سبب حذف تنوع زیستی شده است و امکان تجدید ساختار بانک بذر را کاهش می‌دهد و در نهایت طی فشار انتخاب گونه‌های علف هرز با مقاومت بیشتر باقی می‌مانند (Nasiri Rahman *et al.*, 2001; Mahallati *et al.*, 2009).

بررسی نتایج شاخص غنای گونه‌ای مارگالف نشان داد در کشت‌های متوالی بدون آیش با افزایش فشار بر گونه‌ها، میزان این شاخص به میزان چشم‌گیری کاهش می‌یابد و بالعکس کاربرد آیش در حد معمول می‌تواند سبب افزایش غنای گونه‌ای شود. به طوری که در سال اول نمونه برداری میزان غنای گونه‌ای در تناوب زراعی ذرت–گندم به میزان ۳۳/۷۰ و ۳۸/۲۵ درصد به ترتیب در عمق‌های ۰–۱۵ و ۳۰–۱۵ سانتی‌متر کاهش چشمگیری نسبت به تناوب آیش–گندم داشت. این در حالی است که در نمونه‌برداری سال دوم و در عمق ۳۰–۱۵ سانتی‌متر تناوب آیش–گندم بر میزان این شاخص نسبت به عمق ۰–۱۵ سانتی‌متر افزوده شد. همچنین، بین تناوب‌ها در عمق ۰–۱۵ سانتی‌متر تفاوتی وجود نداشت اما این شاخص در عمق ۳۰–۱۵ سانتی‌متر تناوب آیش–گندم به میزان ۱۳/۶۹ درصد نسبت به تناوب ذرت –گندم افزایش یافت (شکل ۳). لازم به ذکر است که غنای گونه‌ای تنها تحت تأثیر فشار انتخاب و تراکم گونه‌ای نبوده و در بسیاری از موارد عوامل دیگری همچون منبع غذایی به خصوص کودهای نیتروژنه در نظام کاشت پرنهاده بر ترکیب و تنوع جوامع گیاهی مؤثر می‌باشند (Mirzaei *et al.*, 2007; Iqbal *et al.*, 2018; Nkoa *et al.*, 2015). بعلاوه، انتخاب گیاهان مختلف در تناوب‌های زراعی با توجه به نوع چرخه رشد، سیستم ریشه‌ای و علف‌های هرز غالب در سیستم‌های تک‌کشتی بدون آیش اثرات بسزایی بر غنای گونه‌ای علف‌های هرز می‌گذارد (Azizi *et al.*, 2010). محققین در بررسی اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی و تناوب محصول بر تراکم و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز در ذرت بیان داشتند که تناوب زراعی تک کشتی ذرت، جو بهاره–ذرت، جو بهاره–نخودفرنگی–گندم زمستانه و نخودفرنگی–گندم زمستانه–ذرت تأثیر معنی‌داری بر تغییرات غنای گونه‌ای در ذرت نداشت. در حالی که سیستم کشت و مدیریت زراعی می‌تواند تنوع و تراکم علف هرز در ذرت را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (Demjanova *et al.*, 2009).



شکل ۲- اثر تناوب و عمق نمونه‌برداری بر شاخص تنوع شانون بانک بذر خاک در دو تناوب ذرت–گندم و آیش–گندم

Figure 2- Effect of rotation and sampling depth on Shannon diversity index of soil seed bank under the influence of corn-wheat and fallow-wheat



شکل ۳- اثر تناوب و عمق نمونه‌برداری بر شاخص تنوع مارگالف بذر علف‌های هرز در بانک بذر خاک در دو تناوب ذرت-گندم و آیش-گندم

Figure 3- Effect of rotation and sampling depth on Margalef species richness index of soil seed bank under the influence of corn-wheat and fallow-wheat

نتایج تجزیه و تحلیل تنوع گونه‌ای و بانک بذر علف‌های هرز حاکی از وجود شاخص تشابه نسبتاً بالایی بین قطعات یک تناوب زراعی ویژه بود. بیشترین شاخص تشابه بانک بذر علف‌های هرز در میان قطعات تناوب زراعی ذرت-گندم و آیش-گندم در عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۸۰ درصد طی دو سال متفاوت مشاهده شد (جدول ۳). همچنین، کمترین شاخص تشابه بین دو نوع تناوب وجود داشت. نتایج نشان داد فشار انتخاب در تناوب ذرت-گندم به مراتب از تنوع گونه‌ای نسبت به تناوب آیش-گندم کاسته است و سبب افزایش فراوانی گونه‌های مهاجم می‌شود (جدول ۲). بررسی عمق‌های ۳۰-۱۵ سانتی‌متر خاک در تناوب‌های زراعی ذرت-گندم و آیش-گندم طی دو سال پژوهش نشان داد، با افزایش تنوع گونه‌های موجود در هر یک از دو نوع تناوب در مخرج کسر معادله نسبت به میزان تعداد گونه‌های مشترک در بین آن‌ها در صورت کسر سبب کاهش واحد تشابه می‌گردد. این امر در خصوص عمق‌های مختلف تناوب زراعی آیش-گندم در سال اول و دوم نیز مشهود است. تفاوت تأثیر تناوب‌ها بر میزان جابه‌جایی خاک، توزیع عمودی بذر و کنترل شیمیایی تراکم گیاهچه (Alarcón *et al.*, 2018; Kharaqani *et al.*, 2005) سبب تغییر در تجمع بذر علف‌های هرز در لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک به ویژه در تناوب ذرت-گندم می‌گردد. محققین بیان داشتند شاخص تشابه سورنسون فلور علف‌های هرز مزارع گندم عمدتاً در سطح پائینی قرار دارد (Ghaffari *et al.*, 2012). بعلاوه تناوب زراعی، ساختار خاک و استفاده از علف‌کش‌ها، یکی از عوامل اصلی تغییر تنوع گونه‌ای و فلور علف‌های هرز شاخص می‌باشد (Iqbal *et al.*, 2018).

بررسی مقایسه میانگین برهمکنش فراوانی بانک بذر علف‌های هرز خرفه، تاج‌خروس، سلمه تره و غربیلک در دو تناوب زراعی دوساله ذرت-گندم و آیش-گندم در هر دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر معنی‌دار بود ($p<0.05$). بیشترین فراوانی بذر مربوط به علف‌های هرز خرفه و تاج خروس در تناوب ذرت-گندم و کمترین آن در تناوب آیش-گندم و در علف‌های هرز سلمه‌تره و غربیلک مشاهده شد (جدول ۴). فراوانی بذر خرفه و تاج‌خروس به طور معنی‌داری تحت تأثیر تناوب زراعی و عمق شخم قرار داشت. به‌طوری که استفاده از تناوب ذرت-گندم سبب افزایش ۳۳ درصدی فراوانی بانک بذر در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر طی دو سال زراعی شد (جدول ۴).

جدول ۳- شاخص تشابه سورنسون بانک بذر علف هرز تحت تاثیر تناوب زراعی آیش-گندم و ذرت-گندم

Table 3- Sorenson similarity index of corn-wheat and fallow-wheat rotations

	Corn-Wheat (0-15)	Corn-Wheat (15-30)	Fallow-Wheat (0-15)	Fallow-Wheat (15-30)
Frist Series سری اول				
Corn-Wheat (0-15)	1			
Corn-Wheat (15-30)	0.70	1		
Fallow-Wheat (0-15)	0.69	0.62	1	
Fallow-Wheat (15-30)	0.58	0.63	0.80	1
Second Series سری دوم				
	Corn-Wheat (0-15)	Corn-Wheat (15-30)	Fallow-Wheat (0-15)	Fallow-Wheat (15-30)
Corn-Wheat (0-15)	1			
Corn-Wheat (15-30)	0.82	1		
Fallow-Wheat (0-15)	0.73	0.74	1	
Fallow-Wheat (15-30)	0.68	0.53	0.71	1

همچنین، تناوب آیش-گندم نیز به ترتیب سبب کاهش ۱۷/۲۰ و ۱۹/۴۴ درصدی فراوانی بذر در عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر گردید. نتایج این تحقیق نشان داد، استفاده از تناوب زراعی ذرت-گندم به دلیل سیستم فشرده تهیه بستر و جایگزینی بذور جدید با بذور رفع خواب شده، علاوه بر افزایش حجم رویش علف‌های هرز، طی گذشت چند سال، فراوانی بذور پویا در لایه‌های زیرین (۳۰-۱۵ سانتی‌متر) به مراتب بیشتر خواهد شد (جدول ۴). از دیدگاه مدیریتی، بذور قرار گرفته در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر با سپری کردن شرایط مناسب جهت رفع خواب طی فصل زراعی پویایی بیشتری نسبت به لایه‌های سطحی دارند و از این لحاظ از شرایط لازم برای جوانه‌زنی برخوردار می‌باشند. محققین بیان کردند تناوب آیش-گندم با باریک برگ‌هایی مانند چچم (*L.rigidum rigidum*)، خونی‌واش (*Phalaris brachystachys*) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) همبستگی کمی دارد. در حالی که کشت ذرت با گندم سبب کاهش بی‌تی‌راخ (*Galium tricornutum*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، سلمک (*Chenopodium album*) و گلرنگ وحشی (*Carthamus oxycantha*) می‌شود اما با علف‌های هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و پیچک (*Convolvulus arvensis*) همبستگی نزدیکی دارد که در نتیجه این امر سبب افزایش آن‌ها در تناوب می‌گردد (Zareafeizabadi and Rustamzadeh, 2013). بررسی اثر کودها بر تنوع علف‌های هرز در گندم نیز نشان داد الگوی استفاده از کودهای نیتروژن، فسفات و پتاسیم به ترتیب تاثیر مثبت بر تنوع و تراکم علف‌های هرز و تاثیر منفی بر عملکرد گندم در سیستم‌های زراعی دارد، به ویژه در سیستم‌های تک کشتی که آلودگی زمین به کود از محصولات قبلی نیز رخ می‌دهد (Tang *et al*., 2013).

نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد، تیمار آیش-گندم به دلیل حضور باقی مانده بقایای گندم در سطح خاک طی فصل آیش و کنترل مکانیکی در نیم فصل (جدول ۱) سبب کاهش چشمگیر در فراوانی علف‌های هرز در بانک بذر خاک می‌گردد. به‌طوری‌که درصد بذور علف‌های هرز در سطح خاک در زمان آیش نیم فصل توسط عواملی از قبیل شکار حشرات، پوسیدگی و مواد دگرآسیب بقایای گندم کنترل شده و بر پویایی بانک بذر در زمان تهیه بستر نقش بسزایی دارد. بنابراین، استفاده از آیش به ویژه با حضور بقایای گندم در سطح خاک می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مدیریتی، سبب تخلیه بانک بذر خاک گردد (جدول ۴). اضافه نمودن بقایای گیاهی به دلیل اثرات دگرآسیبی می‌تواند به‌طور معنی‌داری جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز را مختل کرده و منجر به کاهش تنوع جوامع علف هرزی شود (Tehrani *et al*., 2009). نتایج تحقیقات نشان داده است که شیوه‌های مدیریتی تولید محصولات زراعی بر تنوع و پراکنش علف‌های هرز تأثیر گذار است، به‌طوری که فرآیندهای مؤثر بر پویایی بانک بذر علف‌های هرز در حوزه‌های مختلف بسیار پیچیده بوده و براساس روش‌های تولیدی و زمان کاربرد آن اثرات متفاوتی بر بانک بذر خاک القاء می‌نماید (Buhler *et al*., 2001).

نتایج تأثیر تناوب ذرت-گندم بر دو علف هرز سلمه تره و غربیلک روند مشابهی را نشان داد. به طوری که در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر در سال دوم زراعی نسبت به سال اول به ترتیب ۶۸/۷۵ و ۸۰/۹۵ درصد افزایش در فراوانی بذر دو گونه فوق مشاهده گردید (جدول ۴). بررسی نتایج مجموع فراوانی بذور علف هرز نشان داد که استفاده پی‌درپی از تناوب زراعی فشرده ذرت-گندم به‌عنوان یک بوم نظام پر نهاده می‌تواند شرایط را برای پراکنش و پویایی بانک بذر علف‌های هرز در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر به ترتیب با ۴۲/۴۰ و ۵۴/۹۱

درصد در مقایسه با تناوب آیش–گندم افزایش دهد (جدول ۴). بعلاوه، مکانیزم‌های متعددی شامل کاهش نفوذ نور به خاک، کاهش ذخیره بذر قبل از سبز شدن، افزایش شکارگری یا پوسیدگی بذر، کاهش نوسانات درجه حرارت روزانه خاک و تولید ترکیبات دگرآسیب می‌توانند در سبز شدن و رشد علف‌های هرز در حضور بقایا نقش داشته باشند (Mojab *et al.*, 2016). ترکیب و تراکم گونه‌ای بذر علف‌های هرز در خاک تحت تاثیر عوامل مختلفی به ویژه روش‌های خاک‌ورزی قرار دارد. به طوری که تغییر روش‌های خاک‌ورزی با تغییر عمق بذر نقش مهمی در پراکنش گونه‌های علف‌های هرز در خاک داشته و بر اثر بخشی شیوه‌های کنترل تأثیر می‌گذارد (Buhler *et al.*, 1997).

جدول ۴- مقایسه میانگین فراوانی بذر علف‌های هرز در تیمارهای ذرت–گندم و آیش–گندم در عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر

Figure 4- Mean comparison of weed seed frequency in Corn-Wheat and Fallow-Wheat under 0-15 and 15-30 cm soil depths

تیمارها Treatments	تناوب کاشت Crop rotation	عمق نمونه‌برداری Soil depths	مقایسه میانگین فراوانی بذر علف‌های هرز Mean comparison of weed seed frequency				
			خرفه	تاج خروس	سلمه تره	غربیلک	مجموع
سال اول First year	ذرت–گندم Corn-Wheat	0-15	69.00 ef	38.00 d	5.00 d	13.00 b	117.00 d
		15-30	90.00 bc	29.00 f	3.00 f	5.00 d	128.00 c
	آیش–گندم Fallow-Wheat	0-15	71.00 d	42.80 c	13.00 b	7.00 c	134.00 c
		15-30	84.00 c	35.00 de	6.00 d	4.00 de	129.00 c
سال دوم Second year	ذرت–گندم Corn-Wheat	0-15	93.00 b	78.00 a	5.00 d	14.00 b	191.00 b
		15-30	133.00 a	74.00 b	16.00 a	21.00 a	244.00 a
	آیش–گندم Fallow-Wheat	0-15	56.00 f	34.00 e	10.00 c	5.00 d	110.00 e
		15-30	66.00 de	33.20 e	5.00 d	4.00 e	108.00 e

میانگین‌هایی با حروف مشابه براساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (P<0.05) نمی‌باشند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability based on Dauncan.

به‌منظور بررسی رابطه میان فراوانی گونه‌های مختلف در بانک بذر تناوب‌های زراعی ذرت–گندم و آیش–گندم طی دو سال زراعی از آنالیز رگرسیون به‌عنوان تابعی از اندازه بانک بذر استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد در هر دو تناوب زراعی ذرت–گندم و آیش–گندم همبستگی معنی‌داری به ترتیب به میزان ۰/۹۴ و ۰/۹۷ درصد در دو سال زراعی وجود داشت (شکل ۴). نتایج شیب‌خط معادله رگرسیون در کشت پیاپی ذرت–گندم نسبت به تناوب تک کشتی آیش–گندم به ترتیب با شیب خط ۰/۴۷ و ۰/۷۹ نشان داد که استفاده از تناوب ذرت–گندم همراه با افزایش سطوح مصرف نهاده به تدریج از شیب خط رگرسیون می‌کاهد (شکل ۴). بدین معنا که با کاهش شیب خط، خروج بذر علف‌های هرز از بانک بذر خاک نیز کاهش می‌یابد. از این‌رو، سرعت خروج بانک بذر علف‌های هرز در سال دوم در تناوب‌های ذرت–گندم و آیش–گندم به ترتیب معادل تقریبی ۵۰ و ۷۰ درصد نسبت به سال اول خواهد بود (شکل ۴). بنابراین، در تناوب ذرت–گندم به‌طور متوسط مقدار بذر علف‌های هرز در بانک بذر سال دوم بیشتر از اندازه بذر در سال اول می‌باشد (شکل ۱).

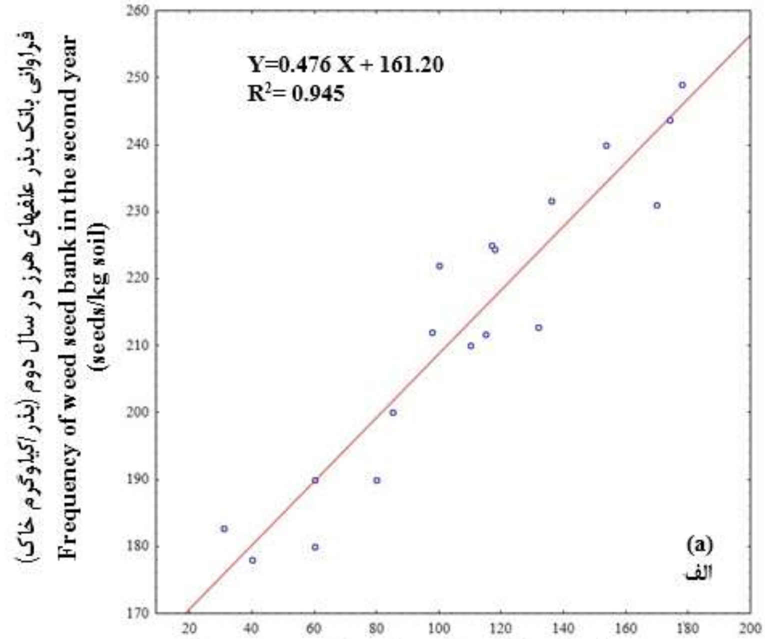
در حقیقت، هر نوع عملیات مدیریتی که ظهور، تولیدمثل و تکمیل چرخه زندگی علف‌های هرز را دچار اختلال نماید می‌تواند سبب تغییر ساختار بانک بذر علف های هرز شود (Nasiri Mahallati *et al.*, 2009). محققین در بررسی بذر تاج خروس ریشه قرمز در شرایط رقابت با ذرت دانه‌ای دریافتند که توانایی تولید بذر تحت تاثیر زمان سبز شدن قرار دارد و با افزایش تراکم، تولید بذر در هر بوته کاهش اما در واحد سطح افزایش می‌یابد (Rajcan *et al.*, 2002). همچنین با افزایش تراکم ذرت، کاهش شدت جریان فوتون در لایه‌های پایینی سایه انداز و کاهش نور در دسترس، تعداد بذر در هر بوته علف‌هرز کاهش می‌یابد، در حالی که وزن هزار دانه آن کمتر تحت تاثیر شدت نور قرار می‌گیرد (Vasileiadis *et al.*, 2016). بررسی ۵ ساله فراوانی علف‌های هرز در خاک و توزیع عمودی آن در تناوب چاودار-جو-ذرت (علوفه ای)- کلزا- ذرت-جو منجر به افزایش چشم گیر دو گونه تاج خروس (*A. tuberculatus* L.) و دم روباهی کشیده (*A. myosuroides*) در تناوب ذرت–کلزا–ذرت به میزان ۸۰ درصد شد. کشت پیاپی و ردیفی ذرت– کلزا با عملیات تهیه بستر یکسان سبب توزیع و تجمع بذور در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک گردید. در حالی که در سال‌های پایانی تکرار کشت جو در تناوب سبب افزایش گونه‌ها به خصوص تمرکز بذور در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک شد (Buhler *et al.*, 2001). کاربرد آیش در تناوب می‌تواند به سهولت مدیریت علف‌های هرز در مزرعه کمک شایانی نماید (Moss and Clarke, 1994).

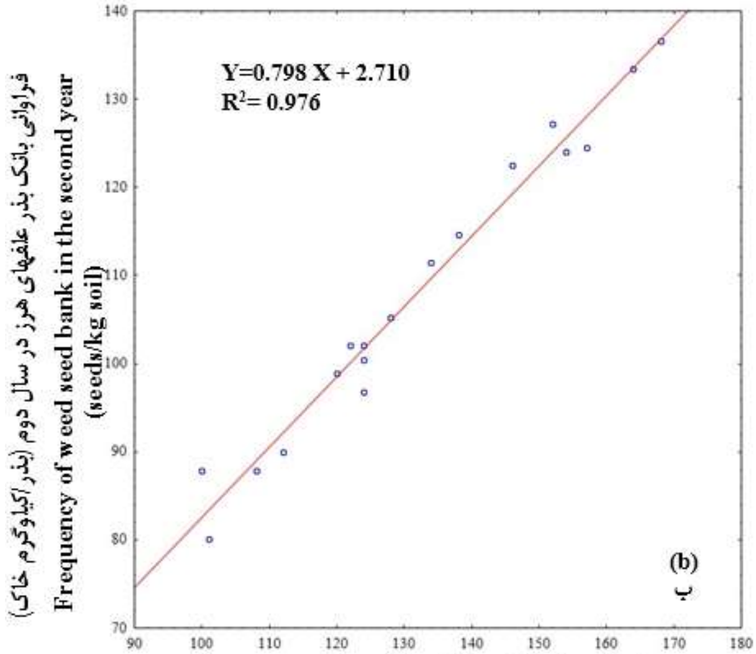
پوشش سطح خاک با بقایای گیاهی با دریافت تشعشع خورشیدی، جلوگیری از افزایش دمای خاک، ظهور، تولیدمثل، بر هم زدن فصل رویش، سرکوب جوانه‌زنی و تکمیل چرخه‌ی زندگی علف‌های هرز را دچار اختلال کرده و نهایتاً سبب تغییر ساختار بانک بذر علف‌های هرز خواهد شد (Varon and Aguilar, 1998 ; Ramakrishna *et al.*, 2006). یافته‌های این تحقیق با نتایج بسیاری از محققین در خصوص ساختار آیش همراه با بقایای گیاهی بر مدیریت زراعی بانک بذر علف‌های هرز انطباق دارد. به طوری‌که استفاده از بقایای گندم با تاثیر دگرآسیبی در تناوب آیش-گندم سبب کاهش رشد علف‌های هرز گردید در حالی‌که در تناوب ذرت-گندم از هیچگونه بقایایی استفاده نشده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از بقایای گیاهی گندم، جو و کلزا می‌تواند از ظهور و رشد و نمو علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه تره بکاهد، به‌طوری که بررسی پتانسیل دگرآسیبی بقایای ارقام گندم در برابر علف هرز یولاف وحشی و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa*) نشان داد بیشترین اثر بازدارندگی در ریشه‌چه یولاف وحشی نسبت به ساقه‌چه وجود داشت (Tehrani *et al.*, 2009). حضور بقایای گیاهی و گیاهان پوششی بر سطح خاک می‌تواند تأثیر بسزایی بر رفتار علف‌کش‌ها و علف‌های هرز در خاک داشته باشند، و سبب کاهش تبخیر، تصعید و خاصیت موئینگی علف‌کش‌ها در زمان آیش به منظور کنترل بهتر علف‌های هرز گردد (Chauhan *et al.*, 2006). خرقانی و همکاران (Kharqani *et al.*, 2005) بیان داشتند میانگین تراکم بذور موجود در لایه سطحی خاک (۲۰-۰ سانتی‌متر) در تناوب آیش- ذرت- جو- لوبیا در پایین ترین سطح خود قرار داشت. از این‌رو، تراکم بذور موجود می‌تواند تحت تأثیر نوع گیاه زراعی و حضور آیش در تناوب نیز قرار گیرد که می‌توان از آن به‌عنوان یک راهکار در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز استفاده کرد (Kharqani *et al.*, 2005).

نقشه‌های توزیع مکانی و تراکم جمعیت کل گیاهچه‌های علف‌های هرز نشان داد کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند تا حدودی گیاهچه‌های علف‌های هرز را در تناوب‌های ذرت-گندم و آیش-گندم کنترل نماید (شکل ۵). در تناوب ذرت-گندم در سال اول وجود یک مرکز پر تراکم گیاهچه و حواشی کم تراکم تر قبل از مدیریت شیمیایی به خوبی مشهود است. در حالی که پس از کنترل شیمیایی الگوی مکانی لکه‌ها تغییر قابل توجهی کرده است (شکل 5a,b). نقشه‌ها در سال دوم نمونه‌برداری در تناوب ذرت-گندم نشان داد مشابهت زیادی بین الگوهای توزیع جمعیت کل علف‌های هرز در بین دو مرحله قبل و بعد از کاربرد علف‌کش وجود دارد (شکل 5c,d). این نقشه‌ها نشان دهنده وجود مراکز لکه‌های علف‌های هرز باقی مانده در نتیجه کاربرد یکنواخت علف‌کش‌ها و یا علف‌های هرزی است که دیرتر جوانه زده‌اند (Makaryan and Rouhani, 2014). مراکز پرتراکم علف‌های هرز در مزرعه بذوری را تولید می‌کنند که می‌توانند در سال بعد سبب تولید گیاهچه شوند. در حقیقت این نقاط پرتراکم می‌توانند همان نقاط بانک بذر با تراکم بالا باشند که در شرایط مناسب جوانه می‌زنند. در تناوب آیش-گندم در سال اول به دلیل حضور پوشش بقایاء گندم در سطح خاک و عوامل مدیریتی تعداد معدودی از علف‌های هرز مشاهده شد و بدین منظور نقشه توزیع مکانی تنها در سال دوم رسم گردید. همچنین در سال دوم قبل و بعد از کاربرد علف‌کش در مزرعه گندم تغییر محسوسی در شکل تراکم لکه‌های علف‌های هرز مشاهده نشد (شکل 5e,f). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سیستم‌های شخم متداول لکه‌های نسبتاً ثابتی در طی زمان وجود دارد (Gerhards *et al.*, 1997). در بسیاری از موارد نیز علف‌های هرز تحت تأثیر کنترل شیمیایی قرار نمی‌گیرند و بذوری تولید می‌کنند که به تقویت بانک بذر و افزایش آلودگی در سال‌های آینده کمک خواهد کرد. محققین بیان کردند تناوب زراعی می‌تواند با کاهش تولید بذر و تغییر گونه‌های علف‌های هرز موجب کاهش ذخیره بانک بذر خاک شود (Ge *et al.*, 2018). روش‌های مدیریت مکان ویژه علف‌های هرز اجازه می دهد تا با در نظر گرفتن تراکم، فراوانی و غالبیت گونه‌های علف هرزی و الگوی پراکنش آنها در مزرعه بتوان در جهت مصرف بهینه علف‌کش‌ها عمل نمود. بعلاوه، با کاربرد علف‌کش‌ها تنها در مکان‌های آلوده به علف‌های هرز در گندم زمستانه می‌توان سبب ذخیره علف‌کش‌ها تا ۹۱-۵۱ درصد در علف‌کش‌های باریک برگ و ۸۴-۱۶ درصد در علف‌کش‌های پهن برگ گردید (Hamouz *et al.*, 2015). محققین گزارش کردند کاربرد لکه‌ای علف‌کش‌ها در مقایسه با کاربرد طیف وسیعی از آن‌ها در کل مزرعه می‌تواند علف هرز *Elymus repens* را تا ۹۷ درصد کنترل نماید (Rew *et al.*, 1996).

نتیجه‌گیری

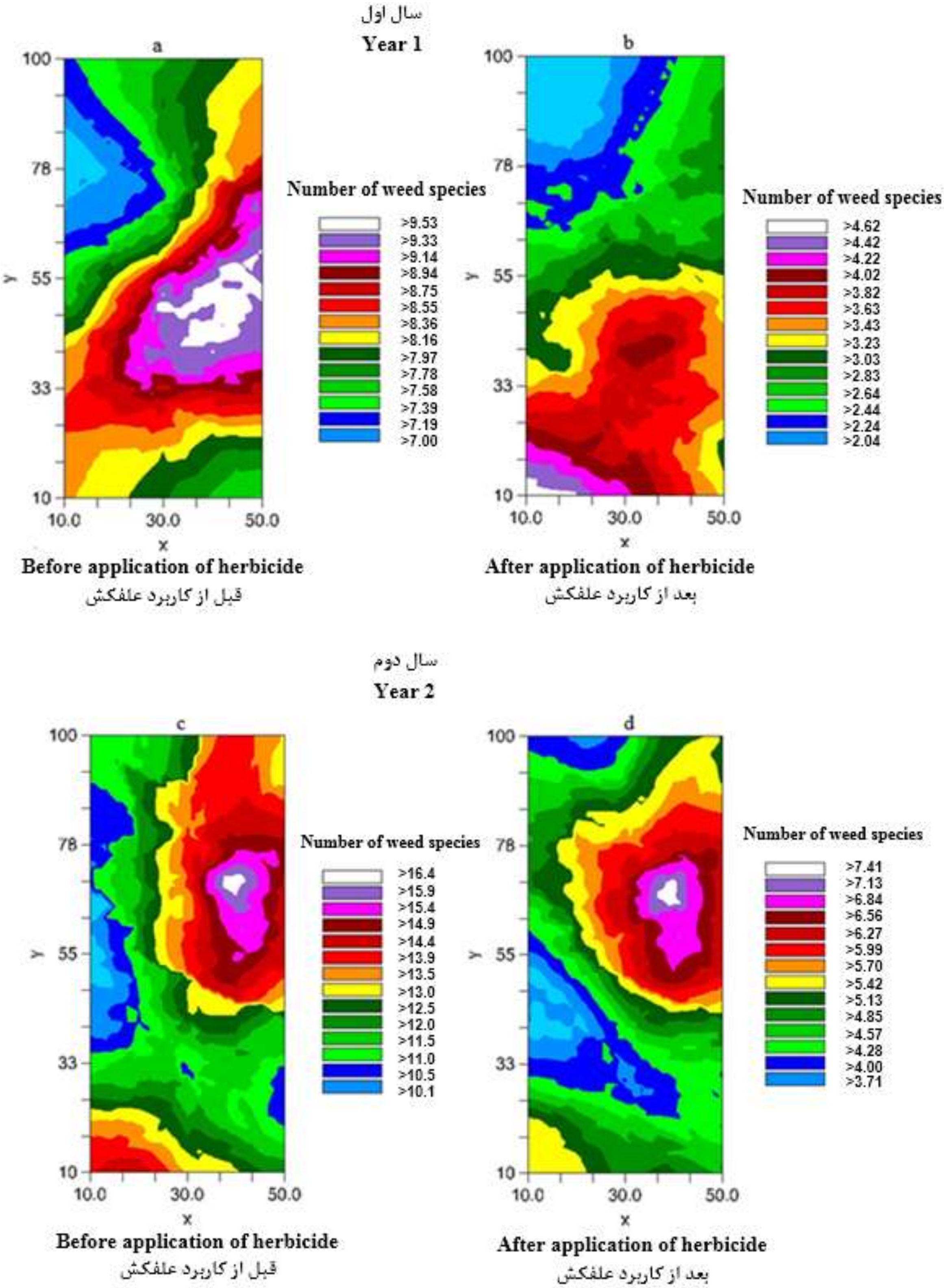
نتایج نشان داد کشت پیاپی ذرت-گندم به‌عنوان یک سیستم زراعی پرنهاده با سیستم شخم عمیق سبب به روی خاک آمدن بذور پرایمینگ شده علف‌های هرز از لایه‌های عمیق به سطح خاک و افزایش اندازه بانک بذر به ویژه در لایه‌های سطحی خاک (۱۵-۰ سانتیمتر) می‌شود. تناوب ذرت-گندم با کاهش تنوع گونه‌ای سبب افزایش فراوانی بانک بذر علف‌های هرز دانه ریز فاقد خواب مانند خرفه، تاج خروس، سلمه‌تره و غربیلک می‌شود و این امر با توجه به عدم کارایی مناسب روش‌های شیمیایی، اهمیت توجه به مدیریت و استفاده از سیستم‌های زراعی حفاظتی را دوچندان می‌کند.





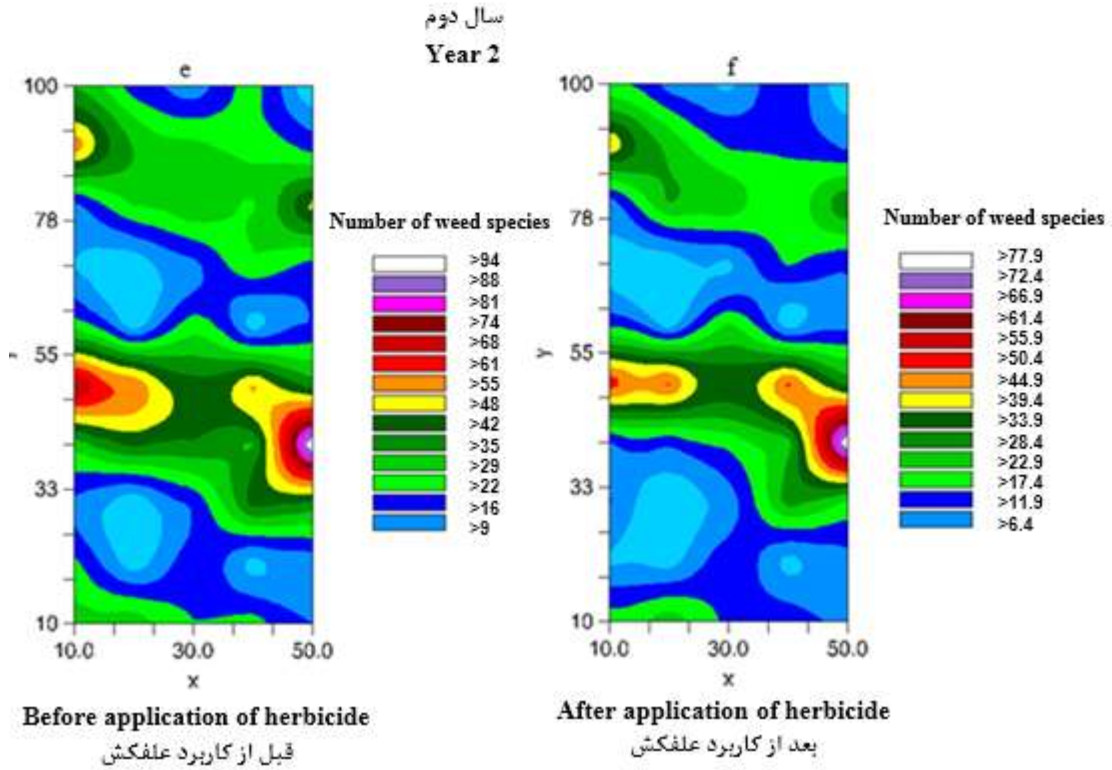
شکل ۴- رابطه رگرسیونی بین تناوب‌های زراعی ذرت–گندم (الف) و گندم–آیش (ب) به‌عنوان تابعی از پویایی بانک بذر طی دو سال نمونه‌برداری

Figure 4- Regression between Corn-Wheat (a) and Fallow-Wheat (b) rotations as a function of soil seed bank dynamics during two years



سال دوم

Year 2



شکل ۵- توزیع مکانی و تراکم گیاه چه کل علف‌های هرز در تناوب ذرت-گندم (a, b, c, d) و تناوب آیش-گندم (e, f) قبل و بعد از کاربرد علف‌کش (هر رنگ نشان دهنده تراکم گیاهچه در متر مربع است)

Figure 5- Spatial distribution and total weed seedlings density in Corn-Wheat (a, b, c, d) and Fallow-Wheat (e, f) rotations, before and after application of herbicide (each year indicates weed seedling density per m^2)

در مقابل استفاده از روش‌های تلفیقی همراه با خاک‌ورزی حداقل در کشت آیش-گندم همراه با حفظ بقایاء و کنترل مکانیکی در طول آیش علاوه بر کاهش میزان نهاده سبب تخلیه بانک بذر علف‌های هرز، افزایش تنوع و غنای گونه‌ای، بهبود ساختمان خاک، افزایش شرایط پوسیدگی بذر و تغذیه موجودات خاکزی از بذور موجود در خاک می‌گردد. از این‌رو، استفاده پیاپی از گیاهان ردیفی و غیر وجینی (ذرت-گندم) همراه با سیستم‌های مدیریتی مرسوم می‌تواند سبب پویایی بانک بذر و خسارت جبران ناپذیری به مزارع گردد. همچنین، از آنجایی که در برخی از نقشه‌ها تغییر محسوسی در لکه‌های گیاهچه‌های علف‌های هرز پس از کاربرد علف‌کش‌ها مشاهده نگردید می‌توان به احتمال وجود مقاومت به علف‌کش‌ها در برخی گونه‌ها نیز اشاره کرد. این در حالی است که اثبات قطعی این موضوع نیازمند تحقیقات تکمیلی گسترده و اساسی در آینده می‌باشد. بهبود و درک درست از پویایی بانک بذر علف‌های هرز به منظور توسعه سیستم‌های کنترل علف‌های هرز امری ضروری و اجتناب ناپذیر است و بایستی علم مدیریت علف‌های هرز با اصول بوم شناسی به منظور توسعه استراتژی‌هایی نوین در سیستم‌های مدیریت علف‌های هرز یکپارچه شوند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حوزه ریاست و کلیه عوامل اجرایی مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز که در اجرای این طرح کمال همکاری را نموده‌اند صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Alarcón, R., Hernández-Plaza, E., Navarrete, L., Sánchez, M.J., Escudero, A., Hernanz, J.L., & Sánchez, A.M. (2018). Effects of no-tillage and non-inversion tillage on weed community diversity and crop yield over nine years in a Mediterranean cereal-legume cropland. *Soil and Tillage Research* 179: 54-62. https://doi.org/10.1016/j.still.2018.01.014.
2. Altieri, M., & Nicholls, C. (2018). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. CRC Press.

3. Anderson, R.L., Stymiest, C.E., Swan, B.A., & Rickertsen, J.R. (2007). Weed community response to crop rotations in western South Dakota. *Weed Technology* 21(1): 131-135. https://www.jstor.org/stable/4495822.
4. Asadi, G., Ghorbani R., Khorramdel, S., & Amin Ghafouri, A. (2014). Effects of different levels of wheat straw and nitrogen fertilizer on the combination, density and population of weeds in garlic. *Journal of Agroecology* 4(1): 86-95. (In Persian with English abstract)
5. Azizi, G, Koocheki A., Nasiri Mahallati, M., & Rezvani Moghadam, P. (2010). Effect of plant diversity and type of nutrition on weed composition and weedness in different culture patterns. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 115-125. (In Persian with English abstract)
6. Bhutada, P.O., & Bhale, V.M. (2015). Effect of herbicides and cultural practices on nutrient uptake by chickpea and weed. *Journal of Crop and Weed* 11(1): 232-235.
7. Bilalis, D., Sidiras, N., Economou, G., & Vakali, C. (2003). Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in *Vicia faba* crops. *Journal of Agronomy and Crop Science* 189(4): 233-241. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00029.x.
8. Blum, U., King, L., Gerig, T., Lehman, M., & Wosham, A.D. (1997). Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. *American Journal of Alternative Agriculture* 12(4): 146-161. https://www.jstor.org/stable/44503028.
9. Booth, B.D., Murphy, S.D., & Swanton, C.J. (2003). *Weed Ecology in Natural and Agricultural systems*. CABI publishing.
10. Boquet, D.J., Hutchinson, R.L, & Breitenbeck, G.A. (2004). Long-term tillage, cover crop, and nitrogen rate effects on cotton: plant growth and yield components. *Agronomy Journal* 96: 1443–1452. https://doi.org/10.2134/agronj2004.1443.
11. Broster, J.C., Pratley, J.E., Ip R.H.L., Ang L., & Seng, K.P. (2019). Cropping practices influence incidence of herbicide resistance in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Crop and Pasture Science* 70(1): 77-84. https://doi.org/10.1071/CP18355.
12. Buhler, D.D., Hartzler, R.G., & Forcella, F. (1997). Implications of weed seedbank dynamics to weed management. *Weed Science* 45(3): 329-336. https://www.jstor.org/stable/4046027.
13. Buhler, D.D., Kohler, K.A., & Thompson, R.L. (2001). Weed seed bank dynamics during a five-year crop rotation. *Weed Technology* 15(1): 170-176. https://www.jstor.org/stable/3988603.
14. Cardina, J., Sparrow, D.H., & McCoy, E.L. (1995). Analysis of spatial distribution of common Lambsquarters (*Chenopodium album*) in no till soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 43:258- 268.
15. Cavers, P.B., & Benoit, D.L. (1989). Seed banks in arable land. p. 309-328. In: Leck, M.A., Parker, V.T. and Simpson, R.L. (eds) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego.
16. Chakravarti, L. (1967). *Handbook of Methods of Applied Statistics*. John Wiley and Sons.
17. Chauhan, B.S., Gill, G.S., & Preston, C. (2006). Tillage system effects on weed ecology, herbicide activity and persistence: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46(12): 1557-1570. https://doi.org/10.1071/EA05291.
18. Conklin, A.E., Erich, M.S, & Liebman, M. (2002). Effects of red clover (*Trifolium pratense*) green manure and compost soil amendments on wild mustard (*Brassica kaber*) growth and incidence of disease. *Plant and Soil* 238: 245–25. https://doi.org/10.1023/A:1014448612066.
19. Demjanova, E., Macak, M., Dalovic, I., Majernik, F., Tyr, S., & Smatana, J. (2009). Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research* 7(2): 785-792.
20. Donaghy, D.I. (1980). Zero tillage in relation to Canada thistle. p. 87-90. In Proc. *Canada thistle symptoms*. Agriculture, Canada, Regina, SK.
21. Forcella, F. (1992). Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. *Weed Research* 32: 29-38. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1992.tb01859.x.
22. Gallandt, E.R., Liebman, M., & Huggins, D.R. (1999). Improving soil quality: implications for weed management. *Journal of Crop Production* 2: 95-121.
23. Ge, X., Wang, N., Liu, Z., Zhang, X., & Chen, X. (2018). Effects of the herbicide on the weed seed banks of the maize farmlands under different managements. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering* 452: 022167. https://doi.org/10.1088/1757-899X/452/2/022167.
24. Gerhards, R., Wyse-pester, D.Y., & Johnson, G.A. (1997). Characterizing spatial stability of weed populations using interpolated maps. *Weed Science* 45: 108-119. https://doi.org/10.1017/s0043174500092559.
25. Ghaffari, M., Ahmadvand, G., Ardakani, M., Keshavarz, N., & Nadali, O. (2012). Ecological weed management with cover crops: Effect on winter weeds and establishment of summer weeds in potato. *Iranian Journal of Crop Research* 10(1): 24-255.
26. Hamouz, P., Hamouzová, K., Tyšer, L., & Holec, J. (2015). Effect of site-specific weed management in winter crops on yield and weed populations. *Plant, Soil and Environment* 60(1): 27-35. https://doi.org/10.17221/574/2013-PSE.

27. Harker, K.N., & O'donovan, J.T. (2013). Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology* 27(1): 1-11. https://www.jstor.org/stable/23358301.
28. Hossain, M.M., & Begum, M. (2016). Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production-A Review. *Journal of the Bangladesh Agricultural University* 13(2): 221-228.
29. Hosseini, P., Karimi, H., Babaei S., Mashhadi, H.R., & Oveisi, M. (2014). Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection* 64: 1-6.
30. Hume, L. (1982). The long-term effects of fertilizer application and three rotations on weed communities in wheat (after 21-22 years at Indian Head, Saskatchewan). *Canadian Journal of Plant Science* 62: 741-750.
31. Iqbal, M., Khan, S.M., Khan, M.A., Ahmad, Z., & Ahmad, H. (2018). A novel approach to phytosociological classification of weeds flora of an agro-ecological system through Cluster, Two Way Cluster and Indicator Species Analyses. *Ecological Indicators* 84: 590-606.
32. Jamali, M.C, & Ahmadvand, G. (2015). Effect of different tillage systems on weed seed bank dynamics of in Corn-Wheat rotation. *Iranian Journal of Weed Science* 11(1): 1-11. (In Persian with English abstract)
33. Kharqani, F., Rashed Mohasell, M.H., & Nasiri Mahallati, M. (2005). Evaluation of weed seedbank dynamics in different rotations of beans, sugar beet, corn and wheat. *Agricultural Sciences and Technology* 19(1): 72-80. (In Persian)
34. Koocheki, A., & Nasiri, M. (2005). Effects of different input levels on weed seed bank in wheat fields of Mashhad. *Iranian Journal of Agricultural Research* 3(1): 89-102. (In Persian with English abstract)
35. Liebman, M.Z. (1988). *Weed management in agroecosystems ecological approaches*. Translation. Koocheki A., Zarif ketabi H., and Nakhfrosh A. Ferdowsi University of Mashhad Press.
36. Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall publication.
37. Makaryan, H., & Rouhani, A. (2014). Determination of spatial distribution of weeds based on damage threshold in two winter wheat fields in Shahrood area. *Journal of Plant Production Research* 21(3): 51-72.
38. Mallek, S., Partner, T.S., & Stapleton, J. (2007). Interaction effects of *Allium* sp. Residues concentrations and soil temperature on seed germination of four weedy plant species. *Applied Soil Ecology* 37: 233-239. http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.07.003.
39. May, R.M. (1975). Patterns of species abundance and diversity. p. 81-121. In: Cody, M.L. and Diamond, J. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge.
40. Mirzaei, J., Akbarinia, M., Hosseini, Sohrabi, M., & HosseinZadeh, J. (2007). Diversity of herbaceous plants in relation to physiological factors in middle ecosystems of Zagros. *Iranian Journal of Biology* 4: 382-375. (In Persian)
41. Mojab, M., Hosseini, M., & Eslami, S.V. (2016). Weed population dynamics, water productivity and durum wheat yield (*Triticum durum* L.) in no-tillage and common tillage systems. *Journal of Plant Protection* 30(2): 313-320. (In Persian)
42. Momen Yasaghi, R., Siahmarguee, A., Zeynaly, A., Ghaderi-far, F., & Kamkar, B. (2017). Study of population changes and weed seed banks and soybean yields affected by different tillage methods. *Agricultural Ecology* 9(3): 575-592.
43. Moss, S.R., & Clarke, J.H. (1994). Guidelines for the prevention and control of herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection* 13(3): 230-234. https://doi.org/10.1016/0261-2194(94)90083-3.
44. Nasiri Mahallati, M., Kochaki, A., & Siahmarguee, A. (2009). Modeling seed bank dynamics of wild oat (*Avena fatua*) in wheat fields. *Iranian Journal of Field Crop Research* 7(1): 281-293. (In Persian with English abstract)
45. Neve, P., Norsworthy, J.K., Smith, K.L., & Zelaya, I.A. (2011). Modelling glyphosate resistance management strategies for Palmer amaranth in cotton. *Weed Technology* 25: 335–343. http://dx.doi.org/10.1614/WT-D-10-00171.1.
46. Nkoa, R., Owen, M.D., & Swanton, C.J. (2015). Weed abundance, distribution, diversity, and community analyses. *Weed Science* 63(SP1): 64-90. https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00075.1.
47. Nourbakhsh, F., Koocheki, A., & Mahallati, M.N. (2019). Investigation of Biodiversity and Some of the Ecosystem Services in the Intercropping of Corn, Soybean and Marshmallow. *International Journal of Plant Production* 13(1): 35-46.
48. Owen, M.D., Beckie, H.J., Leeson, J.Y., Norsworthy, J.K., & Steckel, L.E. (2015). Integrated pest management and weed management in the United States and Canada. *Pest Management Science* 71(3): 357-376.
49. Rahman, A., James, T.K., Mellsop, J.M., & Grbavac, N. (2001). Weed seed bank dynamics in maize under different herbicide regimes. *New Zealand Plant Protection* 54: 168-173.
50. Rajcan, I., Agha Alikhani, M., Swanton, C.J., & Tollenaar, M. (2002). Development of redroot pigweed is influenced by light spectral quality and quantity. *Crop Science* 42: 1930-1936.
51. Ramakrishna, A., Tam, H.M., Wani, S.P., & Long, T.D. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research* 95: 115-125.
52. Rew, L.J., Cussans, G.W., Mugglestone, M.A., & Miller, P.C.H. (1996). A technique for mapping the spatial distribution of Elymus repots, with estimates of the potential reduction in herbicide usage from patch spraying.

Weed Research 36(4): 283-292.
53. Roham, R., Akbari, N., Abdollahian Noghabi, M., Esivand, H.R., & Yaghoubi, M. (2013). Investigation of spatial relationship between seed bank, weed population and its distribution pattern during the growing season in sugar beet field. *Journal of Sugar Beet* 28(2): 187-171. (In Persian with English abstract)
54. Santín-Montanyá, M.I., Martín-Lammerding, D., Zambrana, E., & Tenorio, J.L. (2016). Management of weed emergence and weed seed bank in response to different tillage, cropping systems and selected soil properties. *Soil and Tillage Research* 161: 38-46. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2016.03.007.
55. Sarkar, A.K. (2015). Assessment of soil seedbank composition of woody species in moraghat forest, jalpaiguri, India. *International Journal of Recent Scientific Research* 6(11): 7319-7321.
56. Siahmarguee, A., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., & Mahghani, S. (2011). Effect of integrated weed management on seed bank dynamics in farms (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Agroecology* (*3*)2: 151-162. (In Persian with English abstract)
57. Singer, J.W., & Cox, W.J. (1998). Agronomics of corn production under different crop rotations in New York. *Journal of Production Agriculture* 11(4): 462-468.
58. Skuodiene, R., Karcauskiene, D., Ciuberkis, S., Repsiene, R., & Ambrazaitiene, D. (2013). The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation. *Zemdirbyste-Agriculture* 100(1): 25-32.
59. Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., & Zeynali, E. (2015). Vertical distribution of rape seed and wild mustard seeds in seed soybean and wheat fields. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)* 112: 20-28. (In Persian with English abstract)
60. Storkey, J., Meyer, S., Still, K.S., & Leuschner, C. (2012). The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences* 279: 1421-1429.
61. Swanton, C.J., Shrestha, A., Kenzevic, S.Z., Roy, R.C., & Ball-Coelho, B.R. (2000). Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil. *Canadian Journal of Plant Sciences* 80: 455-457.
62. Tang, L., Wan, K., Cheng, C., Li, R., Wang, D., Pan, J., & Chen, F. (2013). Effect of fertilization patterns on the assemblage of weed communities in an upland winter wheat field. *Journal of Plant Ecology* 7(1): 39-50.
63. Tehrani, M., Ayene band, A., & Nabati Ahmadi, D. (2009). The Study of Dynamics of Weed Plants Population Affected by Residue Management and Nitrogen Splitting Implanting of Canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture)* 65-79. (In Persian)
64. Varon, A.C., & Aguilar, I. (1998). Weed Seedbanks and Corn Growth following Continuous Corn or Alfalfa. *Agronomy Journal* 90: 813–818.
65. Vasileiadis, V.P., Van Dijk, W., Verschwele, A., Holb, I.J., Vámos, A., Urek, G., Leskovšek, R., Furlan, L., & Sattin, M. (2016). Farm-scale evaluation of herbicide band application integrated with inter-row mechanical weeding for maize production in four E uropean regions. *Weed Research* 56(4): 313-322. https://doi.org/10.1111/wre.12210.
66. Virginia, A., Zamora, M., Barbera, A., Castro-Franco, M., Domenech, M., De Gerónimo, E., & Costa, J.L. (2018). Industrial agriculture and agroecological transition systems: A comparative analysis of productivity results, organic matter and glyphosate in soil. *Agricultural Systems* 167: 103-112. http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2018.09.005.
67. Weysi, M., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H., Minbashi, M., & Ovissi, M. (2014). Effect of crop protection and Herbicide management on weed species distribution in wheat fields. *Iranian Journal of Field Crop Science* 45(4): 521-530. https://dx.doi.org/10.22059/ijfcs.2014.53562.
68. Zareafeizabadi, A., & Rustamzadeh, R. (2013). Effect of crop rotation on weed density and weed biomass and yield of wheat (*Triticum aestivum*). *Agroecology Journal* 5(3): 318-329. (In Persian)